

РУССКИЙ ИНЖЕНЕР

II Всероссийский конгресс с международным участием

(Москва, 30 октября — 1 ноября 2024 года)

Сборник тезисов



Москва

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н.Э. Баумана

2024

УДК 630

Криоформирование и установление свойств гибридных систем на основе лекарственного вещества и магнитных наночастиц

Шумилкин Алексей Сергеевич^{1,2(*)}

alexpard99@gmail.com

Верная Ольга Ивановна^{1,2}

vernayaoi@my.msu.ru

Семенов А.М.²

amsemenov@list.ru

Панкратов Д.А.¹

pankratov@radio.chem.msu.ru.

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

В медицине наблюдается рост интереса к магнитным наночастицам и системам на их основе, в том числе с лекарственными веществами. Гибридные системы на основе магнитных наночастиц, а особенно суперпарамагнитных, используют для диагностики и терапии различных заболеваний. Криотехнологии позволяют получать наночастицы магнетита и феррита цинка различного размера, их гибридные системы с антибактериальным препаратом хлорамфениколом со средним размером 150 нм. Для полученных систем выявлен синергический эффект возрастания антибактериальной активности и усиление магнитных свойств

Ключевые слова: суперпарамагнитные наночастицы, криотехнологии, гибридные системы, медицина, диагностика, терапия, магнетит, феррит цинка

Введение. Наночастицы магнетита, маггемита и феррита цинка обладают уникальными магнитными свойствами, низкой токсичностью и высокой биосовместимостью. Если размер магнитных частиц уменьшается ниже критического размера магнитного домена, они переходят в суперпарамагнитное состояние. Причем, суперпарамагнитные частицы размером менее 10 нм являются оптимальными агентами для МРТ [1]. Криохимические технологии при получении наноматериалов позволяют повысить экологичность синтеза и получать материалы с различными размерными и структурными характеристиками.

Материалы и методы, результаты. В данной работе варьируя условия криохимического синтеза получены различные образцы магнитных оксидов железа. Криоформирование органических солей железа с последующим термическим разложением приводит в случае формиата железа II и ацетилацетоната железа III к формированию нанопорошка маггемита с размером частиц до 100 нм, в случае цитрата железа III — пластин микронного размера, а для глюконата железа II — пористых структур [2]. Совместное криоформирование и разложение ацетата цинка и ацетилацетоната железа III позволяет получить частицы ZnFe_2O_4 размером около 15 нм. Криохимическое соосаждение солей двух- и трехвалентного железа позволяет получить наночастицы магнетита размером около 6 нм. Однако в этом случае образуется примесь гетита с не-

желательными магнитными свойствами. Осаждение сульфата железа II с поверхности криогранул позволяет получать нанопорошок магнетита, свободный от примеси.

Низкотемпературные технологии позволяют получать не только наночастицы, но и гибридные материалы. Наночастицы, полученные криохимическим методом, включены в состав гибридных систем на основе хлорамфеникола. Для этих систем определена антибактериальная активность в отношении *E. coli* и *S. aureus* с установлением константы ингибирования, а также минимальной ингибирующей концентрации. Установлено, что одновременное присутствие Fe_3O_4 или ZnFe_2O_4 и хлорамфеникола в наносистемах приводит к синергетическому усилению их антибактериальной активности.

Заключение. В работе получены магнитные наночастицы магнетита со средним размером 8 нм, маггемита — 80–100 000 нм, феррита цинка размером 15 нм. Наночастицы включены в гибридные системы с лекарственным препаратом хлорамфениколом размером 80–350 нм. Установлена структура и средний размер гибридных систем. Выявлены синергический эффект, усиление магнитных свойств магнитных наночастиц в гибридных системах.

Литература

- [1] Shabatina T., Vernaya O., Shumilkin A. Nanoparticles of bioactive metals/metal oxides and their nanocomposites with antibacterial drugs for biomedical applications. *Materials*, 2022, vol. 15, art. 3602. <https://doi.org/10.3390/ma15103602>
- [2] Верная О.И., Шумилкин А.С., Шабатин А. В. Синтез наночастиц оксидов железа термическим разложением криохимически модифицированных прекурсоров. *Вестник Московского университета. Серия 2: Химия*, 2023, т. 64, № 1, с. 3–10.